

대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0036795
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 06월 09일
Date of Application JUN 09, 2003

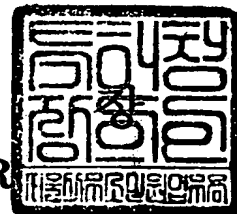
출원 인 : 한국전자통신연구원
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Institute



2003 년 07 월 24 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

| | |
|------------|----------------------------------|
| 【서류명】 | 특허출원서 |
| 【권리구분】 | 특허 |
| 【수신처】 | 특허청장 |
| 【참조번호】 | 0001 |
| 【제출일자】 | 2003.06.09 |
| 【발명의 명칭】 | 이득고정형 광증폭기 |
| 【발명의 영문명칭】 | Gain-clamped optical amplifier |
| 【출원인】 | |
| 【명칭】 | 한국전자통신연구원 |
| 【출원인코드】 | 3-1998-007763-8 |
| 【대리인】 | |
| 【성명】 | 권태복 |
| 【대리인코드】 | 9-2001-000347-1 |
| 【포괄위임등록번호】 | 2001-057650-1 |
| 【대리인】 | |
| 【성명】 | 이화익 |
| 【대리인코드】 | 9-1998-000417-9 |
| 【포괄위임등록번호】 | 1999-021997-1 |
| 【발명자】 | |
| 【성명의 국문표기】 | 안준태 |
| 【성명의 영문표기】 | AHN, Joon-Tae |
| 【주민등록번호】 | 640525-1548610 |
| 【우편번호】 | 301-150 |
| 【주소】 | 대전광역시 중구 태평동 버드내아파트 125동 2001호 |
| 【국적】 | KR |
| 【발명자】 | |
| 【성명의 국문표기】 | 이종무 |
| 【성명의 영문표기】 | LEE, Jong-Moo |
| 【주민등록번호】 | 690208-1226210 |
| 【우편번호】 | 305-330 |
| 【주소】 | 대전광역시 유성구 지족동 853 열매마을 103동 902호 |
| 【국적】 | KR |

【발명자】

【성명의 국문표기】

김경헌

【성명의 영문표기】

KIM, Kyong-Hon

【주민등록번호】

560927-1673615

【우편번호】

305-755

【주소】

대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 128동 1201호

【국적】

KR

【심사청구】

청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
권태복 (인) 대리인
이화익 (인)

【수수료】

【기본출원료】

20 면 29,000 원

【가산출원료】

7 면 7,000 원

【우선권주장료】

0 건 0 원

【심사청구료】

15 항 589,000 원

【합계】

625,000 원

【감면사유】

정부출연연구기관

【감면후 수수료】

312,500 원

【기술이전】

【기술양도】

희망

【실시권 허여】

희망

【기술지도】

희망

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 반도체 광증폭기 및 광섬유 광증폭기의 입력단 또는 출력단에 광섬유 브래그 격자 등의 반사수단을 사용하여 광증폭기의 이득을 고정시키는 이득고정형 광증폭기에 관한 것이다.

본 발명에서는 레이저 공진기가 없이도 이득고정이 가능한 새로운 구조의 이득고정형 광증폭기를 제안하고자 한다. 그 구조는 SOA의 입력단 또는 출력단에 광섬유 브래그 격자 등의 반사수단을 장착한 형태이다. 이득매질에서 나온 증폭된 자발방출광(ASE: amplified spontaneous emission)의 일부가 광섬유 브래그 격자 등의 반사수단에 의해 반사되고 이득매질로 입사되어 증폭된다. 이때 입력광신호와 반사된 ASE가 이득매질의 이득을 적절히 공유하게 됨으로써 입력광신호는 그 크기에 무관하게 일정한 이득을 얻을 수 있다.

【대표도】

도 3a

【색인어】

반도체 광증폭기, 광섬유 브래그 격자, 광섬유, 광고립기, 파장분할 다중광결합기

【명세서】**【발명의 명칭】**

이득고정형 광증폭기{Gain-clamped optical amplifier}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 반도체 광증폭기를 이용한 이득고정형 광증폭기의 구성도,

도 2는 종래 에르븀첨가 광섬유를 이용한 이득고정형 광증폭기의 구성도,

도 3 및 도 4는 본 발명에서 제안하는 반도체 광증폭기와 반사수단을 이용한 이득 고정형 광증폭기의 다양한 실시예를 보인 구성도,

도 5는 본 발명에서 제안하는 이득고정형 반도체 광증폭기에서 반사수단으로서 광섬유 브래그 격자를 사용한 경우 입력광신호의 세기에 따른 이득 및 잡음 특성을 보인 그래프,

도 6은 본 발명에서 제안하는 이득고정형 반도체 광증폭기에서 반사수단인 광섬유 브래그 격자를 입력단에 설치한 경우 입력광의 세기 변화에 따른 스펙트럼 변화 특성을 보인 그래프,

도 7은 본 발명에서 제안하는 이득고정형 반도체 광증폭기에서 반사수단인 광섬유 브래그 격자를 출력단에 설치한 경우 입력광의 세기 변화에 따른 파장별 증폭특성을 보인 그래프,

도 8은 본 발명에서 제안하는 이득고정형 반도체 광증폭기에서 입력광의 세기 변화에 따른 증폭특성을 보인 그래프.

도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

11,21,31,41,51,61,71; 입력광섬유 12,24,55,72; 광섬유 브래그 격자
 13,23,33,44,54,63,73; 출력광섬유 14,22,45,62; 광고립기
 15,25,35,46,56,66,76; 반도체 광증폭기 42,52,64; 파장분할 다중광결합기
 43,53,65,75; 거울

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<13> 본 발명은 광증폭기에 관한 것으로, 상세하게는 반도체 광증폭기의 입력단 또는 출력단에 광섬유 브래그 격자 등의 반사수단을 사용하여 입력 신호광의 세기 변화에도 일정한 이득특성을 갖는 이득고정형 광증폭기(gain-clamped optical amplifier)에 관한 것이다.

<14> 광증폭기는 입력광신호의 세기를 증폭시키는 광소자로서 광전송 및 광네트워크 구성시 전송용 광섬유 및 여러가지 광소자에서 발생하는 광손실을 보상하기 위한 것으로, 주로 반도체 광증폭기와 광섬유 광증폭기가 많이 사용된다.

<15> 특히, 반도체 광증폭기와 광섬유 광증폭기는 비선형 광학효과가 우수한 특성을 가져 광증폭 뿐만 아니라 광스위치, 파장변환기 등 광신호처리용 광소자로도 많이 활용되고 있지만 입력되는 신호광의 세기에 따라 증폭되는 특성이 다르기 때문에 광네트워크에

서 통신품질이 양호하지 못한 문제가 있고, 이런 단점을 해결하기 위해 이득고정형 광증폭기가 개시된 바 있다.

<16> 레이저 공진을 이용하여 광학적으로 이득을 고정하는 방식의 완전광 이득고정형 광증폭기는 이득고정을 위한 복잡한 신호처리 과정이 없기 때문에 많이 연구/개발되어 오고 있다.

<17> 레이저 발진은 공진기(cavity)에서 발생하는 손실과 이득이 같을 때 일어나며 일단 발진하면 이득매질의 밀도반전(population inversion)의 크기가 고정된다. 광증폭기의 이득은 밀도반전(population inversion)의 크기와 이득매질의 길이에 비례하므로 레이저 발진이 일어나면 증폭기의 이득을 고정시킬 수 있다.

<18> 이와 같이 레이저 발진으로 이득이 고정된 광증폭기는 신호광이 입력되어 증폭될 때 입력광신호가 약할 경우 그 신호광의 세기에 무관하게 이득이 일정하게 유지되다가 입력광신호의 세기가 점점 커지면 레이저 발진이 멈추게 되고 광증폭기의 이득고정이 사라지는 특성을 갖는다.

<19> 종래의 이득고정형 반도체 광증폭기는 미국특허 5,991,068호와 6,249,373호에 개시된 바 있다.

<20> 도 1은 미국특허 5,991,068호에 개시된 이득고정형 반도체 광증폭기를 보인 것이다. 이 반도체 광증폭기(SOA; semiconductor optical amplifier)는 이득영역의 양쪽에 분배형 브래그 반사기(DBR; Distributed Bragg Reflector)를 이용한 공진기를 구비하여 브래그 반사기에 의해 반사되는 파장에서 레이저 발진을 얻도록 하고 있다. 이 이득고정형 반도체 광증폭기는 입력광신호가 증폭기에 입사되면 증폭되는 입력광신호의 세기와 내

부에서 발진하는 레이저 광신호의 세기 사이에 상호보완적인 관계가 형성되어 이득 (Gain)을 일정하게 유지시킨다.

<21> 즉, 입력광신호의 세기가 약한 경우에는 레이저 발진광의 세기가 강하고 입력광신호가 점점 강해지면 레이저 발진광의 세기가 반대로 점점 약하게 출력된다. 따라서 입력광신호 세기가 어느 정도 변하더라도 증폭되는 비율이 일정한 이득고정형 광증폭기로 작동하지만 입력광신호의 세기가 더욱 커지면 레이저 발진이 멈추고 일반 광증폭기처럼 이득이 점점 감소한다.

<22> 이와 같이 이득고정형 광증폭기에서 이득이 일정하게 고정된 값에서 3dB 정도의 작은 값을 가질 때의 입력광신호의 세기를 포화 입력광세기(saturation input power)라고 하는데, 이득고정형 광증폭기는 포화 입력광세기 보다 작은 입력광신호에 대해서 광신호의 세기변화에 무관하게 일정한 이득을 제공할 수 있다.

<23> 도 2는 미국특허 6,249,373호에 개시된 이득고정형 광섬유 광증폭기를 보인 것이다. 이 광섬유 광증폭기의 이득매질로 에르븀이 첨가된 광섬유(erbium-doped fiber)를 사용하고, 파장분할 다중광결합기(WDM)를 통해 펌프광이 공급된다. 증폭기 입출력단에 광결합기(coupler)에 의해 연결된 광감쇠기(ATT;attenuator), 광고립기(ISO;isolator) 그리고 투과형 광필터(BPF;Band Pass Filter)가 레이저 발진을 위한 링형 공진기(ring cavity)를 형성한다. 투과형 광필터는 레이저 발진이 일어나는 파장을 조절하기 위한 것이고, 광고립기는 링형 공진기에서 한쪽 방향으로만 발진이 되게 하기 위한 것이며 광감쇠기는 공진기의 광손실을 조절하여 증폭기의 이득을 조절하기 위한 것이다.

<24> 그러나 도 1 및 도 2에 도시된 종래 레이저 공진을 이용한 이득고정형 광증폭기는 입력광신호의 세기가 변하는 경우 레이저의 특성인 완화진동(relaxation oscillation) 현상으로 인해 증폭되는 광 세기에 일시적인 출력요동이 발생하게 되며, 이러한 일시적인 광 세기 변화는 전송되는 데이터의 부호에러율(BER;bit error rate)을 나쁘게 하는 원인이 된다. 또한 완화진동 주파수는 이득매질의 특성 및 공진기의 길이 등에 따라 결정되며 광전송 속도 및 광신호처리 속도를 제한하는 요인으로 작용한다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<25> 본 발명은 기존의 레이저 공진을 이용한 완전광 이득고정형 광증폭기 구조가 갖는 완화진동 현상에 의한 증폭 및 신호처리시 성능이 저하되는 현상을 방지할 수 있고, 구조가 단순하여 구현하기 쉬울 뿐만 아니라 이미 제작된 광증폭기를 활용하여서도 이득고정 특성을 얻을 수 있는 레이저 공진이 필요 없는 완전광 이득고정형 광증폭기를 제공하는데 목적이 있다.

<26> 상기 목적을 달성하기 위한 제 1발명은 광증폭기의 구성에 있어서, 광증폭기의 구성에 있어서, 입력광섬유 또는 출력광섬유 중 어느 일측의 광섬유에 설치되는 광반사수단; 상기 광반사수단이 설치된 반대측 광섬유에 설치되는 광반사방지수단; 및 상기 광반사수단과 상기 광반사방지수단 사이에 위치하여 입력광신호 또는 출력광신호를 증폭시키는 광증폭기;를 포함하며, 상기 입력광섬유와 출력광섬유로 방출되는 상기 광증폭기의 자발방출광을 상기 광반사수단에 의해 상기 광증폭기로 반사시켜 증폭시키는 것을 특징으로 하는 이득고정형 광증폭기를 제공한다.

- <27> 상기 광반사수단은 한 개 또는 두 개 이상의 광섬유 브래그 격자, 반도체 광증폭기의 입력 광도파로에 한 개 또는 두 개 이상 직접 새겨진 도파로형 광섬유 브래그 격자를 이용할 수 있고 또한 상기 광반사수단은 파장분할 다중광결합기와 상기 파장분할 다중광결합기 끝단에 설치되는 거울을 이용하여도 동일한 광반사 효과를 얻을 수 있다.
- <28> 상기 광반사방지수단은 광고립기를 이용하거나 입력광섬유 단면에 반사방지를 위해 코팅한 광섬유를 사용할 수 있고, 또한 입력광섬유 코어 단면을 경사지게 절단한 광섬유를 사용하여도 동일한 광반사방지 효과를 얻을 수 있다.
- <29> 상기 목적을 달성하기 위한 제 2발명은 광증폭기의 구성에 있어서, 입력광섬유에 설치되는 제1광섬유 브래그 격자; 출력광섬유에 설치되는 제2광섬유 브래그 격자; 및 상기 제1광섬유 브래그 격자와 상기 제2광섬유 브래그 격자 사이에 위치하여 입력광신호를 증폭시키는 반도체 광증폭기;를 포함하며, 상기 입력광섬유와 출력광섬유로 방출되는 상기 광증폭기의 자발방출광을 상기 제1광섬유 브래그 격자와 제2광섬유 브래그 격자에서 각각 상기 광증폭기로 반사시키고 상기 제1광섬유 브래그 격자와 제2광섬유 브래그 격자 각각은 중심파장 및 반사대역이 서로 다른 것을 특징으로 하는 이득고정형 광증폭기를 제공한다.
- <30> 상기 제1광섬유 브래그 격자 및 제2광섬유 브래그 격자는 각각 상기 반도체 광증폭기의 입출력 광도파로에 서로 중심파장 및 반사대역이 겹치지 않는 다수의 도파로형 브래그 격자를 직접 새겨도 동일한 효과를 얻을 수 있다.

<31> 상기 제2광섬유 브래그 격자는 출력광섬유 단면에 반사방지를 위해 코팅한 광섬유를 사용할 수 있고, 또한 출력광섬유 코어 단면을 경사지게 절단한 광섬유를 사용할 수 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<32> 이하, 본 발명에 따른 이득고정형 광증폭기의 다양한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

<33> 도 3a에 예시된 이득고정형 광증폭기(10)는 입력광섬유(11)에 광반사수단인 광섬유 브래그 격자(12)를 설치하고, 출력광섬유(13)에 광반사방지수단인 광고립기(14)를 설치하며, 상기 광섬유 브래그 격자(12)와 광고립기(14) 사이에 반도체 광증폭기(15)가 설치된 구조를 갖는다.

<34> 실시예에 의하면, 상기 광섬유 브래그 격자(12)는 입력광섬유(11)에 한 개 또는 두 개 이상 설치하여 사용할 수 있고, 다른 예로서 상기 광섬유 브래그 격자(12) 대신 반도체 광증폭기(15)의 입력단쪽 광도파로에 브래그 격자를 한 개 또는 두 개 이상 직접 새겨도 광섬유 브래그 격자와 동일한 반사효과를 얻을 수 있다.

<35> 더욱이 본 발명은 상기 광반사방지수단으로 이용되는 광고립기(14) 대신 출력광섬유(13) 단면에 반사광의 반사방지를 위해 코팅한 광섬유를 사용하거나 또는 출력광섬유(13) 단면을 경사지게 절단한 광섬유를 사용하여도 반도체 광증폭기(15)에서 방출된 반사광에 의해 레이저 발진이 일어나는 것을 방지할 수 있다.

- <36> 이러한 구조를 갖는 본 발명에 따른 이득고정형 광증폭기(10)는 반도체 광증폭기(15)에 전류를 공급하면 반도체 광증폭기(15)에서 증폭된 자발 방출광(ASE; amplified spontaneous emission; 이하 ASE라 함)이 입력광섬유(11)와 출력광섬유(13)로 각각 방출된다. 입력광섬유(11) 쪽으로 방출되는 ASE중 일부는 광섬유 브래그 격자(12)에 의해 반도체 광증폭기(15)로 반사되고, 반사된 ASE는 반도체 광증폭기(15)에서 입력광신호와 함께 증폭되어 출력광섬유(13)로 출력된다.
- <37> 여기서, 상기 광섬유 브래그 격자(12)에서 반사되는 반사광신호의 세기는 ASE세기에 비례하고, ASE세기는 반도체 광증폭기(15)에서 증폭되기 위해 입사되는 입력광신호의 세기가 클수록 약해진다.
- <38> 즉, 입력광신호의 세기가 약하면 ASE는 강해져서 광섬유 브래그 격자(12)에서 반사되는 반사광신호가 커지고, 반대로 입사신호의 세기가 강하면 ASE가 약해져서 광섬유 브래그 격자(12)에서 반사되는 반사광신호가 작아진다. 이 결과 입력광신호와 반사광신호가 증폭되면서 반도체 광증폭기(15)의 이득을 나누어 사용하게 된다.
- <39> 이 때 입력광신호와 반사광신호의 세기는 서로 반대이므로 입력광신호의 세기가 어느 정도 이상 커지기 전까지는 반도체 광증폭기(15)의 이득은 거의 일정하게 유지되다가 입력광신호의 세기가 더 강해지면 반도체 광증폭기(15)의 이득은 감소하게 된다.
- <40> 도 3b는 도 3a의 구조와 반대로 입력광섬유(21)에 광반사방지수단인 광고립기(22)를 설치하고 출력광섬유(23)에 광반사수단인 광섬유 브래그 격자(24)를 설치한 이득고정형 광증폭기(20)를 예시하고 있다. 상기 이득고정형 광증폭기(20)는 반도체 광증폭기(25)에 전류를 공급하면 입력광섬유(21)와 출력광섬유(23) 쪽으로 각각 ASE가 방출된다. 출력광섬유(23)로 방출되는 ASE는 광섬유 브래그 격자(24)에 의해 반도체 광증폭기(25)

로 반사되며, 반사된 ASE는 상기 반도체 광증폭기(25)에서 입력광신호와 함께 증폭된 후 광고립기(22)에 의해 차단되어 사라진다.

<41> 도 3a와 도 3b에 각각 개시된 이득고정형 광증폭기(10)(20)는 반도체 광증폭기에서 방출된 ASE를 도 3a는 입력측에서 도 3b는 출력측에서 각각 반도체 광증폭기로 반사시키는 점에서 차이가 있을 뿐 모두 이득이 고정된 동일한 광증폭기 특성을 갖는다.

<42> 도 3a 및 도 3b에서 개시된 이득고정형 광증폭기(10)(20)는 반도체 광증폭기(15)(25)를 이득매질로 사용한 경우에 대해 설명하고 있지만, 이 반도체 광증폭기(15)(25)들을 대신하여 에르븀이 첨가된 광섬유 증폭기나 또는 광펌핑되는 희토류가 첨가된 광섬유(rare earth ion doped optical fiber) 증폭기를 사용해도 동일한 증폭효과를 얻을 수 있다.

<43> 도 3a 및 도 3b에서 입/출력광섬유에 각각 설치된 광섬유 브래그 격자(12)(24)들은 반도체 광증폭기의 입/출력단쪽 광도파로에 직접 도파로형 브래그 격자를 한 개 또는 두 개 이상 새겨도 동일한 효과를 얻을 수 있다.

<44> 도 3a 및 도 3b에서 개시된 광고립기(14)(22)는 광섬유 끝단에서 반사되어 반도체 광증폭기(15)(25)로 되돌아오는 반사광을 차단하기 위한 것으로, 만약 광고립기가 없는 경우 입력측 또는 출력측 광섬유 브래그 격자(12)(24)에서 반사되는 파장에서 레이저 발진이 일어날 수 있다. 따라서 이 입력광섬유(11)(21)들을 무반사 코팅된 광섬유를 사용하거나 또는 광섬유 단면을 광섬유 코어 중심축에 대해 수직으로 자르지 않고 경사지게 절단한 광섬유를 사용할 경우 광고립기를 생략하여도 광반사를 방지할 수 있는 동일한 효과를 얻을 수 있다.

- <45> 광섬유 끝을 경사지게 절단하여 반사를 방지하는 경우에는 광섬유 끝에서 반사된 빛이 도파되지 않도록 대략 5° 정도의 경사각을 이루도록 절단하는 것이 바람직하다. 경사각이 클수록 반사를 방지하는 효과는 커지지만 반대로 다른 광소자와 연결할 때 결합 효율이 떨어지기 때문에 너무 크게하는 것은 좋지 않다. 따라서 광섬유 끝단의 경사각은 5°에서 15°사이의 경사각이 유지되게 절단하는 것이 좋다.
- <46> 도 3c는 입력광섬유(31)에 제1광섬유 브래그 격자(32)를 설치하고, 출력광섬유(33)에 제2광섬유 브래그 격자(34)를 설치한 이득고정형 광증폭기(30)를 예시하고 있다.
- <47> 상기 이득고정형 광증폭기(30)에 설치된 제1 광섬유 브래그 격자(32)는 반도체 광증폭기(35)에서 입력광섬유(31) 쪽으로 나오는 ASE를 반사시켜 광증폭기로 입사되게 하고, 제2광섬유 브래그 격자(34)들은 반도체 광증폭기(35)에서 출력광섬유(33) 쪽으로 나오는 ASE를 반사시켜 광증폭기로 입사되게 한다. 이 경우 격자가 한쪽에만 있는 구조에 비해 더 강한 ASE를 반도체 광증폭기에 입사시킬 수 있어 이득이 고정되는 입력광세기를 크게 할 수 있다.
- <48> 상기 제1 및 제2광섬유 브래그 격자(32)(34)들은 중심파장 및 반사대역을 각각 상이하게 설계함으로써 두 격자로 인해 레이저 공진기가 형성되지 않게 해야만 본 발명에서 제안하는 목적을 달성할 수 있다.
- <49> 도 3c에 개시된 이득고정형 광증폭기(30)는 반도체 광증폭기(35)를 이득매질로 사용한 경우에 대해 설명하고 있지만, 이 반도체 광증폭기(35)들을 대신하여 에르븀이 첨

가된 광섬유 증폭기나 또는 광펌핑되는 희토류가 첨가된 광섬유(rare earth ion doped optical fiber) 증폭기를 사용해도 동일한 증폭효과를 얻을 수 있다.

<50> 도 3c에서 입/출력광섬유(31)(33)에 각각 설치된 제1 및 제2광섬유 브래그 격자(32)(34)들은 반도체 광증폭기(35)의 입/출력쪽 광도파로에 직접 도파로형 브래그 격자를 한 개 또는 두 개 이상 새겨도 동일한 효과를 얻을 수 있다.

<51> 도 4a 내지 도 4d는 입력광섬유와 출력광섬유에 파장분할 다중광결합기, 광고립기 및 광섬유 브래그 격자를 배열한 이득고정형 광증폭기의 다양한 실시예를 예시하고 있다.

<52> 도 4a에 예시된 이득고정형 광증폭기(40)는 도 3a에서 예시된 광섬유 브래그 격자(12) 대신 입력광섬유(41)에 입력광신호 파장대와 반사광신호 파장대를 분리할 수 있는 파장분할 다중광결합기(42)(WDM; wavelength division multiplexing)를 구비하고 반사광신호가 진행되는 입력광섬유(41)에 거울(43)을 설치하고 있다. 또한 출력광섬유(44)에는 광고립기(45)를 설치하고, 상기 파장분할 다중광결합기(42)와 광고립기(45) 사이에 반도체 광증폭기(46)를 설치한 구조를 갖는다.

<53> 도 4a 개시된 이득고정형 광증폭기(40)는 반도체 광증폭기(46)를 이득매질로 사용한 경우에 대해 설명하고 있지만, 이 반도체 광증폭기(46)를 대신하여 에르븀이 첨가된 광섬유 증폭기나 또는 광펌핑되는 희토류가 첨가된 광섬유(rare earth ion doped optical fiber) 증폭기를 사용해도 동일한 증폭효과를 얻을 수 있다.

- <54> 이러한 구조를 갖는 이득고정형 광증폭기(40)는 반도체 광증폭기(46)에 전류를 공급하면 입력광섬유(41)와 출력광섬유(44)로 반도체 광증폭기(46)에서 증폭된 ASE가 각각 방출된다. 입력광섬유(41) 쪽으로 방출되는 ASE중 일부는 파장분할 다중광결합기(42)에 의해 반사광신호가 분리되고 분리된 반사광신호는 거울(43)에 의해 반사되어 입력광신호와 함께 반도체 광증폭기(46)에서 증폭된 후 출력광섬유(44)로 출력된다.
- <55> 도 4b에 예시된 이득고정형 광증폭기(50)는 입력광섬유(51)에 파장분할 다중광결합기(52)를 구비하고 반사광신호가 진행하는 입력광섬유(51)에 거울(53)이 설치되며, 출력광섬유(54)에 광섬유 브래그 격자(55)를 설치하고, 상기 파장분할 다중광결합기(52)와 광섬유 브래그 격자(55) 사이에 반도체 광증폭기(56)를 설치한 구조를 갖는다.
- <56> 도 4b에 예시된 이득고정형 광증폭기(50)는 4a에 개시된 이득고정형 광증폭기(40)에 설치된 광고립기(45) 대신 광섬유 브래그 격자(55)를 이용한다는 차이만 있을 뿐 나머지 구조 및 작용은 동일하므로 이와 관련된 설명은 생략한다.
- <57> 도 4c에 예시된 이득고정형 광증폭기(60)는 입력광섬유(61)에 광고립기(62)를 설치하고, 출력광섬유(63)에 출력광신호 파장대와 반사광신호 파장대를 분리할 수 있는 파장분할 다중광결합기(64)(WDM; wavelength division multiplexing)를 구비하고 있으며, 반사광신호가 진행하는 출력광섬유(63)에 거울(65)을 설치하고, 광고립기(62)와 파장분할 다중광결합기(64) 사이에 반도체 광증폭기(66)를 설치한 구조를 갖는다.
- <58> 이러한 구조를 갖는 이득고정형 광증폭기(60)는 반도체 광증폭기(66)에 전류를 공급하면 입력광섬유(61)와 출력광섬유(63)로 반도체 광증폭기(66)에서 증폭된 ASE가 각각 방출된다, 출력광섬유(63) 쪽으로 방출되는 ASE중 일부는 파장분할 다중광결합기(64)에

의해 반사광신호가 분리되고 분리된 반사광신호는 거울(65)에 의해 반사되어 입력광신호와 함께 반도체 광증폭기(66)에서 증폭된 후 광고립기(62)에 의해 차단되어 사라진다.

<59> 도 4d에 예시된 이득고정형 광증폭기(70)는 입력광섬유(71)에 광섬유 브래그 격자(72)를 구비하고, 출력광섬유(73)에 파장분할 다중광결합기(74)와 거울(75)이 설치되며, 상기 광섬유 브래그 격자(72)와 상기 파장분할 다중광결합기(74) 사이에 반도체 광증폭기(76)를 설치한 구조를 갖는다.

<60> 도 4d에 예시된 이득고정형 광증폭기(70)는 4c에 개시된 이득고정형 광증폭기(60)에 설치된 광고립기(62) 대신 광섬유 브래그 격자(72)를 이용한다는 차이만 있을 뿐 나머지 구조 및 동작은 동일하므로 이와 관련된 설명은 생략한다.

<61> 도 4b 및 도 4d에 개시된 광섬유 브래그 격자(55)(72)들은 앞서 설명한 광섬유 브래그 격자와 동일하게 한 개 또는 두 개 이상을 광섬유에 설치할 수 있고, 또한 반도체 광증폭기의 입/출력쪽_광도파로에 직접 도파로형 브래그 격자를 한 개 또는 두 개 이상 새겨도 반도체 광증폭기에서 방출되는 반사광의 반사를 방지할 수 있는 동일한 효과를 얻을 수 있다.

<62> 도 5는 본 발명에서 제안하는 이득고정형 광증폭기 및 일반 반도체 광증폭기에서 입력광신호의 세기에 따른 이득 및 잡음지수를 실험한 결과를 보인 그래프이다.

<63> 본 발명은 이득고정형 광증폭기를 실험하는데 있어서, 입력광신호의 파장은 1545nm, 광섬유 브래그 격자는 그 중심파장이 약 1551.72nm, 반사율은 약 25dB, 반사대역은 약 0.5nm 정도인 것을 사용하였다.

- <64> 도 5의 그래프상에 표시된 네모형상은 도 3b에서 이득고정형 광증폭기(10)에 광섬유 브래그 격자(24)를 생략한 상태 즉, 일반 반도체 광증폭기의 이득 및 잡음지수 특성을 보인 것이다.
- <65> 도 5의 그래프상에 표시된 동그라미 형상은 도 3a에 예시된 이득고정형 광증폭기(10)의 입력광섬유(11) 쪽에 광섬유 브래그 격자(12)가 구비된 상태에서 증폭 특성을 실험한 것이고, 세모형상은 도 3b와 이득고정형 광증폭기(20)의 출력광섬유(23) 쪽에 광섬유 브래그 격자(24)가 구비된 상태에서 증폭 특성을 실험한 것이다.
- <66> 도 5의 그래프를 참조하면, 본 발명에서 예시한 이득고정형 광증폭기를 실험한 결과, 일반 반도체 광증폭기의 경우 입력광신호의 세기가 증가함에 따라 이득이 계속하여 감소하였지만 본 발명에서 제안하는 광섬유 브래그 격자를 사용한 이득고정형 광증폭기는 입력광신호의 세기가 약 -10dBm 부근까지 18dB 정도로 거의 일정한 이득 특성을 보이고 있고, 이 결과 본 발명에서 예시된 구조에서 안정된 이득고정형 광증폭 특성을 얻을 수 있음을 실험으로 확인할 수 있었다.
- <67> 한편, 본 발명의 다양한 실시예에서 예시된 이득고정형 광증폭기는 모두 이득의 크기가 반사광의 세기에 반비례한다. 따라서 광섬유 브래그 격자의 반사율, 반사파장 및 반사대역을 조절하여 고정되는 이득의 크기를 조절할 수 있다.
- <68> 도 3a 및 도 3b에 예시된 이득고정형 광증폭기는 모두 일반 반도체 광증폭기의 경우에 비해 잡음 특성이 더 나빠진 것을 볼 수 있다. 이처럼 잡음 특성이 나빠지는 것은 모든 이득고정형 광증폭기가 갖는 일반적인 특성이다.

- <69> 도 6은 도 3a와 같은 구조의 본 발명에서 제안하는 이득고정형 광증폭기에서 1545nm 파장을 갖는 입력광신호의 세기에 따라 출력단에서 측정한 스펙트럼이다.
- <70> 도면을 참조하면, 약 1552nm의 파장에서 보이는 신호가 광섬유 브래그 격자에 의해 반사되어 증폭되는 반사광신호이고 1545nm에 보이는 신호는 입력광신호가 증폭된 것이다. 도면중 가장 굵은 선은 입력단에 광섬유 브래그 격자가 없을 경우에 측정한 ASE이고, 두번째, 세번째로 굵은 선 그리고 가장 가는 선이 도 3a와 같은 반도체 광증폭기에 각각 -25dBm, -15dBm 그리고 -5dBm의 신호가 입사된 경우의 스펙트럼이다. 실험 결과에 의하면 입력광신호의 세기가 커질수록 ASE 세기가 작아지면서 증폭된 반사광의 세기도 작아지는 것을 알 수 있다.
- <71> 도 7은 도 3b와 같은 구조의 본 발명에서 제안하는 이득고정형 광증폭기 및 일반 반도체 광증폭기에서 입력광신호의 세기에 따른 이득 및 잡음지수를 실험한 결과를 보인 그래프이다.
- <72> 도면에 표시된 네모형상과 마름모 형상은 광의 세기가 -25dBm, -15dBm인 입력광신호를 일반 반도체 광증폭기에 입사시켰을 경우이고, 세모형상과 동그라미형상은 일반 반도체 광증폭기에서와 동일한 조건으로 광의 세기가 -25dBm, -15dBm인 입력광신호를 발명에서 개시하고 있는 이득고정형 광증폭기에 입사시켰을 경우의 실험결과이다.
- <73> 도면을 참조하면, 입력광신호의 세기가 -25dBm 에서 -15dBm으로 점차 증가할 때 일반 반도체 광증폭기는 파장별로 약 4dB정도 이득이 작아지는 반면, 본 발명에서 개시된 이득고정형 광증폭기는 파장별로 동일한 이득을 보이고 있음을 실험에 의해 확인할 수 있었다.

<74> 도 8a와 도 8b는 각각 일반 반도체 광증폭기 및 도 3a와 같은 구조를 갖는 본 발명에서 제안하는 이득고정형 광증폭기의 입력광신호 세기 변화에 따른 증폭 특성을 보인 그래프이다.

<75> 도면을 참조하면, 실험에 적용된 조건은 파장이 1545nm 이고 세기가 -25dBm인 광신호와, 파장이 1555nm이고 세기가 -16dBm인 광신호를 동시에 반도체 광증폭기에 입사시킨 후 1555nm 파장신호를 주기적으로 ON, OFF시키면서 오실로스코프로 측정한 1545nm 파장신호의 세기이다. -16dBm의 세기는 -25dBm 세기를 갖는 8개 파장채널신호의 세기에 해당하므로 도 8a 및 8b에 도시된 실험 결과는 -25dBm의 세기를 갖는 9채널의 파장다중된 광신호들 중에서 8채널의 신호가 ON, OFF되는 경우와 거의 비슷한 상황이다. 도 8a에 있는 일반 반도체 광증폭기의 경우에는 1555nm 파장신호가 OFF되었을 때에 1545nm 신호가 증폭기의 이득을 모두 얻기 때문에 크게 증폭되고, 반면에 1555nm 신호가 ON되었을 경우에는 두 파장 신호가 이득을 나누어 갖기 때문에 1545nm 신호는 상대적으로 작게 증폭됨을 알 수 있다.

<76> 그러므로 일반 반도체 광증폭기는 입력광신호의 세기변화에 따른 이득고정 특성이 없음을 알 수 있고, 반면에 도 8b에서와 같이 본 발명에서 제안하는 이득고정형 반도체 광증폭기의 경우에는 1555nm 광신호의 ON, OFF에 무관하게 1545nm 광신호의 세기가 거의 일정함을 실험 결과 알 수 있었다.

【발명의 효과】

<77> 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에서 개시하고 있는 광섬유 브래그 격자 등의 반사수단을 이용한 완전광 이득고정형 광증폭기는 기존의 레이저 공진을 이용한 완전광 이득고정형 광증폭기가 갖는 완화진동에 따른 단점을 극복할 수 있고, 기존의 방식들에 비해 구조가 단순하여 구현하기 쉽고, 또한 이미 제작된 광증폭기를 활용하여서도 이득 고정 특성을 얻을 수 있는 장점을 갖는 것으로, 본 발명에서 개시하고 있는 이득고정형 광증폭기는 대도시망 (metro network)을 위한 광증폭기 및 광신호처리 소자로 활용될 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

광증폭기의 구성에 있어서,
입력광섬유 또는 출력광섬유 중 어느 일측의 광섬유에 설치되는 광반사수단;
상기 광반사수단이 설치된 반대측 광섬유에 설치되는 광반사방지수단; 및
상기 광반사수단과 상기 광반사방지수단 사이에 위치하여 입력광신호 또는 출력광신호를 증폭시키는 광증폭기;를 포함하며,
상기 입력광섬유와 출력광섬유로 방출되는 상기 광증폭기의 자발방출광을 상기 광반사수단에 의해 상기 광증폭기로 반사시켜 증폭시키는 것을 특징으로 하는 이득고정형 광증폭기.

【청구항 2】

제 1항에 있어서, 상기 광반사수단은 한 개 또는 두 개 이상 입력광섬유 또는 출력광섬유 중 어느 일측의 광섬유에 설치되는 광섬유 브래그 격자인 것을 특징으로 하는 이득고정형 광증폭기.

【청구항 3】

제 1항에 있어서, 상기 광반사수단은 광증폭기의 입력 광도파로 또는 출력 광도파로 중 어느 하나의 광도파로에 직접 새겨진 한 개 또는 두 개 이상의 도파로형 브래그 격자인 것을 특징으로 하는 이득고정형 광증폭기.

【청구항 4】

제 1항에 있어서,

상기 광반사수단은 파장분할 다중광결합기와 상기 파장분할 다중광결합기 끝단에 설치되는 거울로 이루어진 것을 특징으로 하는 이득고정형 광증폭기.

【청구항 5】

제 1항에 있어서, 상기 광반사방지수단은 광고립기인 것을 특징으로 하는 이득고정형 광증폭기.

【청구항 6】

제 1항에 있어서, 상기 광반사방지수단은 출력광섬유 단면에 반사방지를 위해 코팅한 광섬유를 사용하는 것을 특징으로 하는 이득고정형 광증폭기.

【청구항 7】

제 1항에 있어서, 상기 광반사방지수단은 출력광섬유 코어 단면을 경사지게 절단한 광섬유를 사용하는 것을 특징으로 하는 이득고정형 광증폭기.

【청구항 8】

제 1항에 있어서, 상기 광증폭기는 반도체 광증폭기인 것을 특징으로 하는 이득고정형 광증폭기.

【청구항 9】

제 1항에 있어서, 상기 광증폭기는 에르븀이 첨가된 광섬유 증폭기인 것을 특징으로 하는 이득고정형 광증폭기.

【청구항 10】

제 1항에 있어서, 상기 광증폭기는 광펌핑되는 희토류 이온이 첨가된 광섬유 증폭기인 것을 특징으로 하는 이득고정형 광증폭기.

【청구항 11】

광증폭기의 구성에 있어서,

입력광섬유에 설치되는 제1광섬유 브래그 격자;

출력광섬유에 설치되는 제2광섬유 브래그 격자; 및

상기 제1광섬유 브래그 격자와 상기 제2광섬유 브래그 격자 사이에 위치하여 입력 광신호를 증폭시키는 광증폭기;를 포함하며,

상기 입력광섬유와 출력광섬유로 방출되는 상기 광증폭기의 자발방출광을 상기 제1광섬유 브래그 격자와 제2광섬유 브래그 격자에서 각각 상기 광증폭기로 반사시키고 상기 제1광섬유 브래그 격자와 제2광섬유 브래그 격자 각각은 중심파장 및 반사대역이 서로 다른 것을 특징으로 하는 이득고정형 광증폭기.

【청구항 12】

제 11항에 있어서, 상기 제1광섬유 브래그 격자 및 제2광섬유 브래그 격자 각각은 한 개 또는 두 개 이상 설치되는 다수의 광섬유 브래그 격자인 것을 특징으로 하는 이득고정형 광증폭기.

【청구항 13】

제 11항에 있어서, 상기 제1광섬유 브래그 격자 및 제2광섬유 브래그 격자 각각은 광증폭기의 입력 광도파로와 출력 광도파로 각각에 직접 한 개 또는 두 개 이상 새겨진 도파로형 브래그 격자인 것을 특징으로 하는 이득고정형 광증폭기.

【청구항 14】

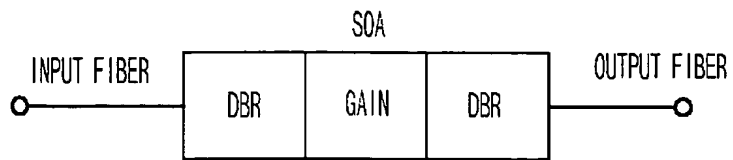
제 11항에 있어서, 상기 제1,2광섬유 브래그 격자중 어느 하나의 광섬유 브래그 격자는 광섬유 단면에 반사방지를 위해 코팅한 광섬유를 사용하는 것을 특징으로 하는 이득 고정형 광증폭기.

【청구항 15】

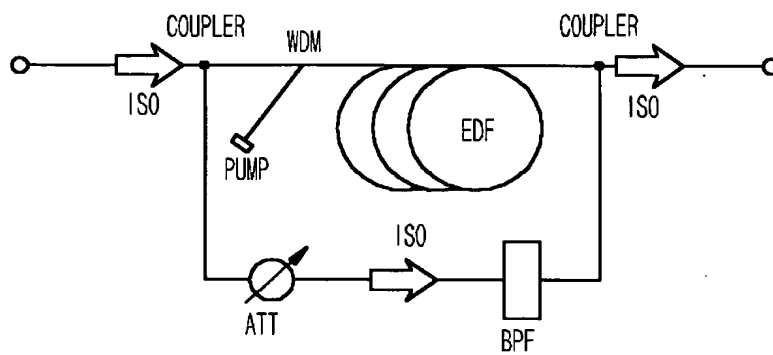
제 11항에 있어서, 상기 제1,2광섬유 브래그 격자중 어느 하나의 광섬유 브래그 격자는 광섬유 코어 단면을 경사지게 절단한 광섬유를 사용하는 것을 특징으로 하는 이득 고정형 광증폭기.

【도면】

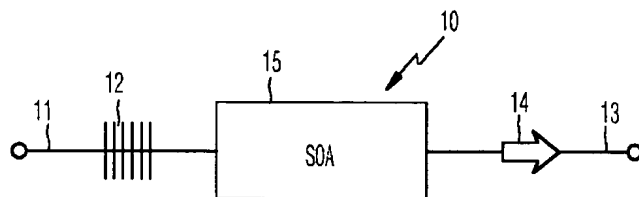
【도 1】



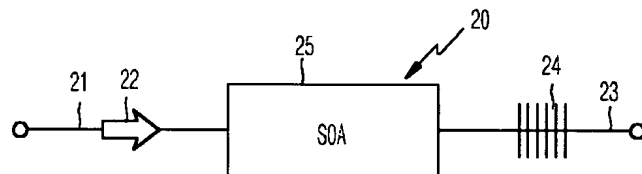
【도 2】



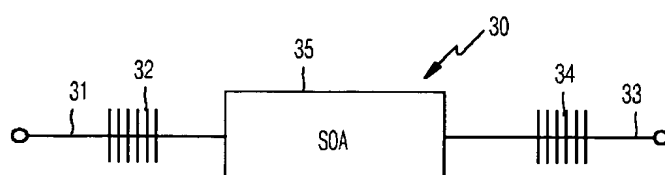
【도 3a】



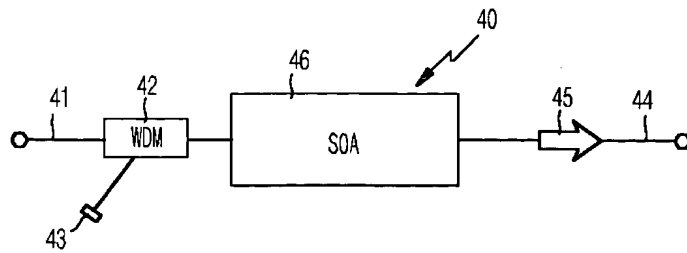
【도 3b】



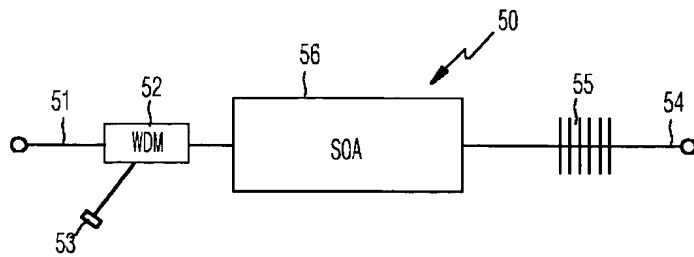
【도 3c】



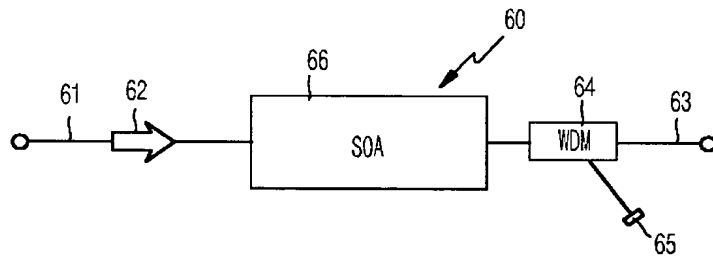
【도 4a】



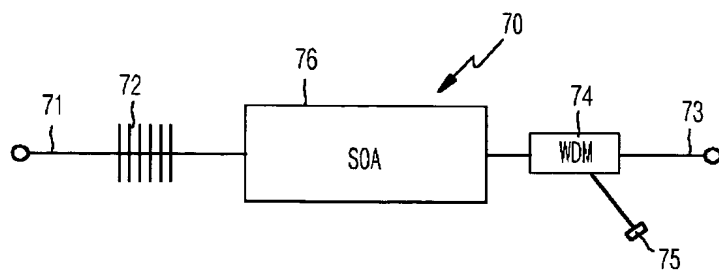
【도 4b】



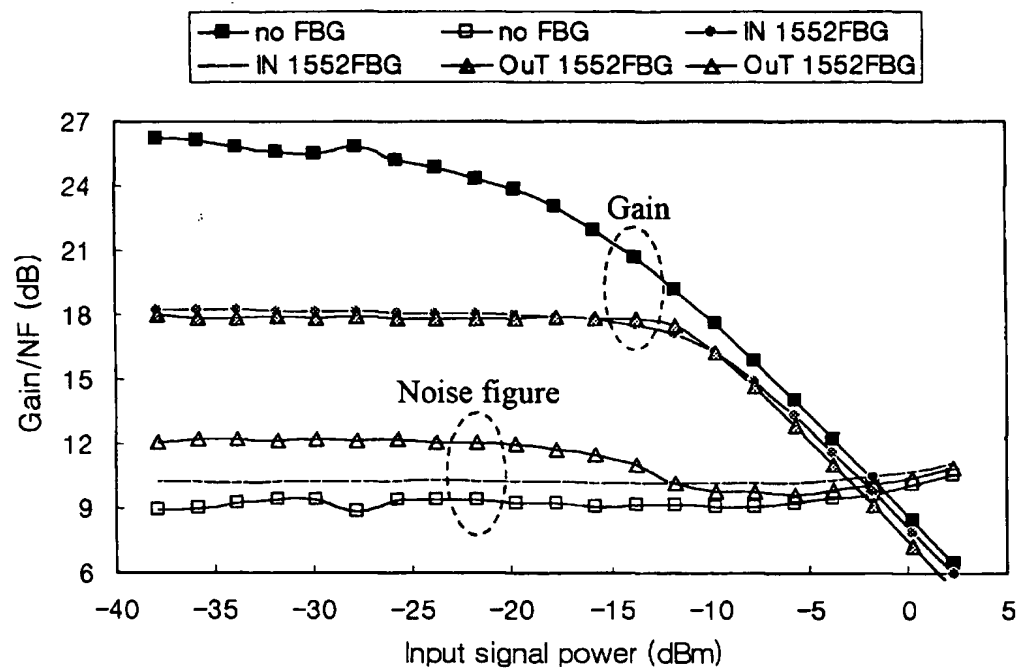
【도 4c】



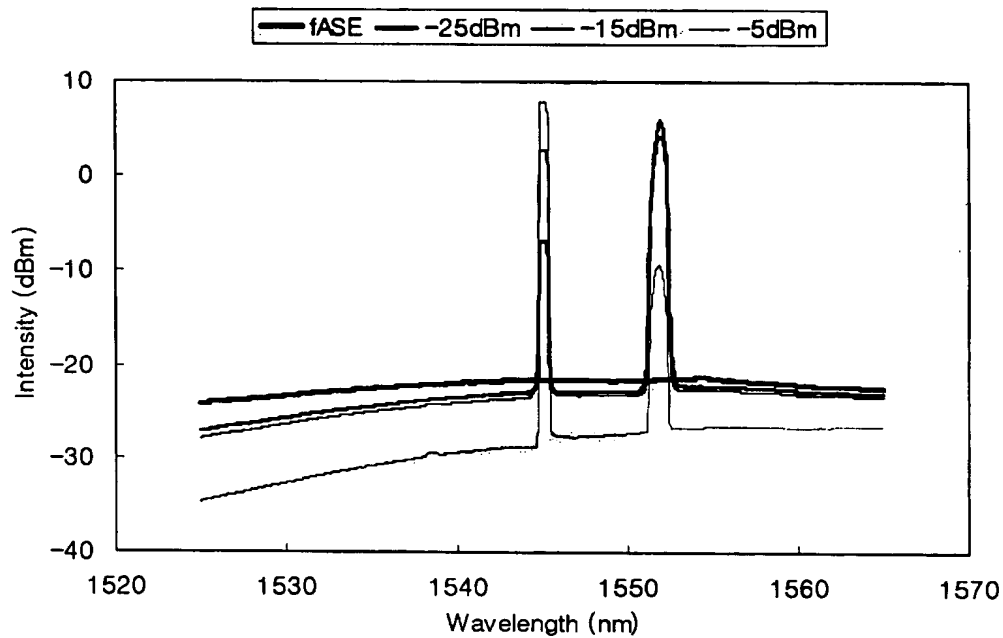
【도 4d】



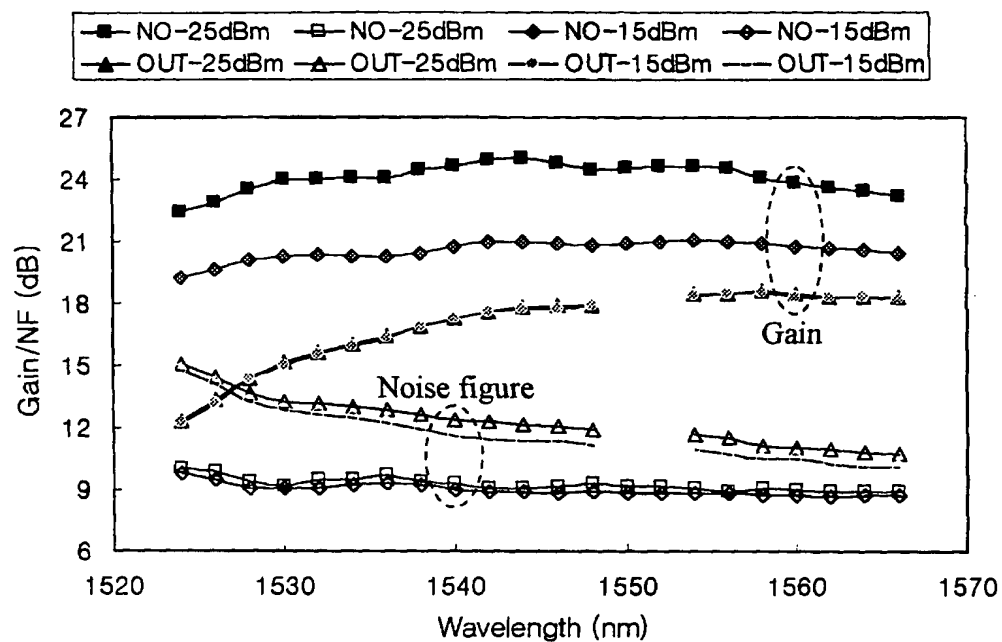
【도 5】



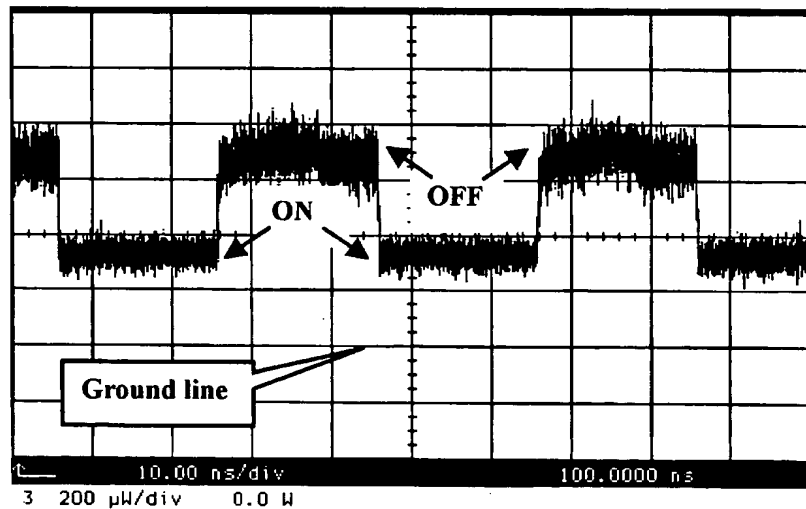
【도 6】



【도 7】



【도 8a】



【도 8b】

